BULLETIN
DE LA SOCIÉTÉ FORESTIÈRE
DE FRANCHE-COMTÉ
ET DES PROVINCES DE L'EST

1958 ~~JANVIER~~ MARS **N° 1**

L'Alternance des Essences

par R. SCHAEFFER et R. MOREAU

DEFINITION. — Qu'entend-on généralement par l'expression « alternance des essences » ? C'est un changement naturel, présumé cyclique, que l'on constate dans la composition botanique des peuplements forestiers, survenant sous l'action de divers facteurs encore mal connus. Il se traduit par une grande difficulté à réinstaller une essence sur un sol qui vient de porter un peuplement âgé de cette même espèce.

Ces ennuis ont été signalés même dans des stations apparemment favorables aux essences considérées et les résineux y sont particulièrement sensibles.

On ne fait pas entrer dans cette catégorie de phénomènes, les variations parfois considérables, qui se produisent au cours de l'existence d'un peuplement, certaines essences voyant leur importance réduite par rapport à d'autres ou même disparaissant presque totalement sous l'effet de la concurrence vitale ou des coupes sélectives. C'est ainsi que les essences à croissance lente (charme, érable champêtre), les essences exigeantes en lumière (pins, chênes, fruitiers) sont progressivement éliminées d'une hêtraie ou d'une sapinière.

Ne sont pas prises non plus en considération les modifications apportées à la composition des forêts par les changements de climat, qu'il s'agisse de variations millénaires, séculaires ou à courte périodicité (11 et 33 ans). A considérer certains diagrammes d'analyses polliniques obtenus par A. CHIARUGI (1) dans quelques tourbières de l'Etrurie, on jurerait qu'une expansion cyclique du genre *Pinus* s'est produite avec une périodicité marquée par une épaisseur de 20 cm de tourbe. Si l'on admet une vitesse de formation de ce combustible égale à 4 cm par siècle, on voit qu'il s'est écoulé près de 500 ans entre chaque maximum des pins. Ce n'est plus de l'alternance telle que nous la concevons.

La même conclusion peut être adoptée après examen des résultats obtenus par F. FIRTION (2) qui a étudié minutieusement les tourbières du Jura et enregistré avec une alternance sapin-épicéa-hêtre, une variation cyclique de la fréquence du pin :

la périodicité des phénomènes, mesurée en épaisseur de tourbe, était de l'ordre de 50 centimètres ; la vitesse de formation de la tourbe est mal connue, variable probablement d'une station à l'autre, mais toujours faible.

Quant aux variations climatiques de plus faible périodicité, elles ne semblent agir, étant de faible amplitude, que sur les peuplements marginaux des stations extrêmes : elles n'offrent donc qu'un intérêt assez réduit.

La question de l'alternance se pose au moment des opérations de régénération ; c'est pourquoi l'action humaine particulièrement sensible à ce stade de l'évolution des peuplements, passe généralement pour donner une réponse satisfaisante à tous les problèmes qui se présentent à notre intelligence.

OBJECTIONS. — Et d'abord l'alternance existe-t-elle ? De bons esprits en ont douté et la nient encore, en France comme à l'étranger, en s'appuyant sur des raisonnements comme celui-ci :

La forêt que nous connaissons aujourd'hui n'est pas une forêt artificielle puisqu'elle se régénère naturellement ; elle renferme les mêmes essences qu'il y a des milliers d'années, ainsi qu'en témoigne la paléobotanique : donc il n'y a pas d'alternance.

La faute de logique est double : d'une part on admet a priori l'identité de la forêt primitive et de celle d'aujourd'hui, même s'il s'agit d'une sapinière pure, d'une chênaie pure. Or cette hypothèse est contredite par tout ce que l'on sait de la composition de la forêt vierge. D'autre part on méconnaît gravement le comportement de ce type de peuplement en se l'imaginant immuable : bien au contraire il est en perpétuelle transformation.

La forêt primitive est rarement pure : elle est généralement constituée par un mélange pied à pied ou par bouquets de deux ou trois essences principales accompagnées d'un assez grand nombre d'essences secondaires. La forêt carpatique sur son versant méridional, visitée par l'un de nous, renfermait surtout du hêtre, mais aussi une forte proportion de sycomore et de frêne, association stable correspondant à un climat montagnard humide et à un sol de flysch profond et riche. La sapinière karstique que nous avons également parcourue à deux reprises, comportait, à côté du sapin, une très forte proportion d'épicéa et de hêtre, avec du sycomore, de l'orme de montagne, etc. ; cette forêt était en équilibre avec le climat humide, froid et le sol argilo-calcaire. Mais à l'intérieur de ces massifs il se produisait un véritable roulement, le sapin venant sous l'épicéa, celui-ci sous le hêtre et le hêtre gagnant sous le sapin ; on ne trouvait que rarement des semis d'une espèce sous elle-même. Un observateur qui aurait pu enregistrer au cours des siècles l'aspect de tels peuplements, aurait vu se produire de véritables remous déplaçant les espèces sans changer la composition de l'ensemble. Un climax est peut-être un équilibre stable, mais ce n'est pas l'immobilité.

Il faut toutefois admettre l'existence de peuplements purs et à peu près équiennes, nés à la suite de cataclysmes naturels (cyclone ou incendie) qui ont déclenché une suite de phénomènes d'un autre ordre. C'est ainsi que l'on explique la très grande homogénéité des peuplements vierges de Douglas, essence assez exigeante en lumière pourtant.

Il y a quatre siècles, un immense incendie aurait ravagé tout le Nord-Ouest Pacific donnant ainsi naissance à une futaie d'âge égal, mais renfermant néanmoins selon les stations *Thuya plicata, Tsuga heterophylla, Pinus monticola, Pinus murrayana, Abies grandis, A. amabilis, A. nobilis* auxquels s'ajoutent quelques rares feuillus.

Une autre classe d'adversaires de l'alternance est formée d'esprits impatients qui ne sont pas encore accordés au rythme de l'évolution sylvestre ; ces phytosociologues pressés de publier leurs travaux n'ont pas compris que l'aspect présenté par un massif durant cinq ou même dix années, n'est qu'un moment dans l'histoire du peuplement. (« Les forêts changent sans cesse, et souvent très vite, en bien ou en mal ; notre brièveté et notre mobilité nous empêchent seules de le voir clairement » a dit BROILLIARD). A ceux-là on ne peut que conseiller le silence, l'observation et la persévérance.

Il leur est toutefois recommandé de se reporter aux descriptions anciennes de forêts : il n'est pas rare d'y faire des découvertes troublantes. A une chênaie du XVIII[e] siècle a succédé une hêtraie, et vice-versa, seuls les peuplements mélangés sont restés ce qu'ils étaient ; certains cantons (Nancray - Doubs) ont été en deux siècles successivement : chênaie, hêtraie, chênaie et ils retournent encore à la hêtraie ; un taillis de feuillus et de morts-bois (Flangebouche - Doubs) signalé vers 1750 s'est enrésiné en sapin, la sapinière a vieilli et a été remplacée par le même taillis que précédemment, lequel est lui aussi gagné par le sapin en l'absence de tout porte-graines proche.

Quoi d'étonnant, s'écriera le sceptique, c'est l'action de l'homme qui provoque tous ces changements. C'est possible, mais l'homme ne réussit ses transformations qu'à la condition de marcher dans le sens que lui indique la nature : il est bien moins heureux quand il opère à contre-courant. Comment expliquer autrement que l'homme, fier de sa technique, n'ait pu réussir la régénération en sapin qu'il désirait et que la nature lui a donné en abondance quand tout espoir était perdu.

La toponymie elle-même vient suggérer l'alternance : combien de « Chanois » sont actuellement des hêtraies, de « Franois » où il n'y a plus de frêne, de « Fays » où le chêne abonde. A. GIACCOBBE (3) cite dans le Frioul des bois d'épicéa dénommés « Faeit », pendant que des hêtraies portent le nom de « Pecceit ». Bien que très intimement convaincus de l'action profonde exercée au cours des siècles par l'homme et le bétail sur la forêt (1), nous ne suivrons pas l'auteur jusqu'au bout de ses conclusions lorsqu'il attribue à la seule influence de l'homme, antagoniste de la nature, le mouvement de descente de l'épicéa et au seul rétablissement de l'équilibre biologique le refoulement de cette essence, plus exigeante en lumière que ses compagnes. Cette opinion nous paraît d'autant moins cadrer avec les faits que les forestiers alpins français, pour des zones altitudinales comparables, observent le phénomène inverse, la descente de l'épicéa, et lui donnent la même explication, à savoir : l'homme a chassé le résineux dont il n'avait que faire autrefois ; il a poussé le taillis très haut ; ce mode de traitement ayant perdu tout intérêt économique, l'homme laisse aujourd'hui descendre le résineux. Nous avons peine à comprendre comment la même opération consistant à laisser faire la nature, peut, toutes choses égales d'ailleurs, dans

un cas favoriser l'épicéa et dans l'autre le chasser, à moins de faire intervenir un facteur inconnu que l'on appellera provisoirement la « fatigue du sol pour l'épicéa ».

Parmi les opposants à l'idée d'alternance et les tenants de l'action humaine seule, citons encore T. FRANÇOIS (4) qui en 1942 prend position contre BOURGEOIS à propos de la régénération de l'épicéa. Seulement il apporte en réalité de l'eau au moulin adverse, en reconnaissant :

1°) l'impossibilité de régénérer une forêt d'épicéa pure ;

2°) la nécessité de passer par un stade de végétation adventice (mélampyre, épilobe, fougère, ronce, morts-bois) ;

3°) l'envahissement direct des pâturages abandonnés ;

4°) l'enrésinement naturel des taillis par l'épicéa.

On ne saurait mieux avouer que la culture de cette essence postule soit la jachère, soit la culture dérobée, soit l'alternance avec une essence feuillue.

FRANÇOIS nie l'alternance parce qu'à son avis, dans une forêt naturelle laissée à l'abri des interventions humaines, les essences d'ombre doivent inévitablement supplanter les essences de lumière. C'est logique, partiellement vrai, mais, et nous en demandons très humblement pardon à l'éminent aménagiste, ce n'est pas toujours ce que l'on constate dans la réalité : sans aller plus loin qu'en France, on voit parfaitement l'épicéa, essence de demi-lumière, s'installer sous le hêtre, sous le sapin. L'homme intervient pour favoriser ou pour freiner cette invasion, il ne la provoque pas.

Les essences de lumière elles-mêmes peuvent être un temps refoulées dans les stations à concurrence vitale réduite : un accident naturel (période sèche, dépérissement massif de peuplements surâgés, cyclone, incendie) se produit toujours pour permettre à des pins, des mélèzes, des bouleaux, de réoccuper les emplacements d'où ils avaient été chassés. Ces essences de lumière ne sont pas sans moyen de défense : fructification abondante, graines légères, écorce épaisse résistant au feu, longévité. Certains pins, certains mélèzes vivent trois ou quatre siècles, le Douglas atteint mille ans et ils sont armés tant par la vigueur de leurs pousses que par l'épaisseur de leur rhytidome pour résister à tout.
La lumière est certes un facteur capital dans la vie d'un arbre : c'est loin d'être le seul.

Cette prise de position contre l'alternance est d'autant plus surprenante de la part de T. FRANÇOIS qu'il avait, en collaboration avec HARLÉ (5), rédigé en 1932 une excellente mise au point de nos connaissances en matière d'assolement forestier, accompagnée d'une abondante bibliographie.

Ces auteurs, après avoir cité l'opinion des Japonais sur la fatigue des sols qui commande la succession des espèces (BUNZO-HAYATA, commentée par HICKEL (6), celle d'HASSELMAN, commentée par JACKS (7) *qui attribue le succès des régénérations à l'activité de la nitrification*, passent en revue les facteurs classiques de croissance des végétaux : lumière, sels minéraux, eau.

La valeur du facteur « lumière » y est ramenée à de justes proportions : « L'importance qui était jusqu'ici accordée à la lumière dans le processus de la régénération naturelle, paraît, suivant les expérimentateurs modernes, devoir être considérablement

réduite... le défaut de lumière ne pourrait devenir en tout cas un facteur limite de la régénération de cette essence sous elle-même ».

La conclusion de l'ouvrage est que la puissance, la répartition des racines du peuplement en voie de disparition conditionnent la naissance des semis. Si le sapin vient sous l'épicéa, c'est parce que le semis de sapin pousse un long pivot qui lui permet en peu de temps de traverser la couche de terre épuisée par les racines superficielles de l'épicéa.

Il est seulement dommage qu'un travail aussi sérieux aboutisse à un résultat aussi contestable. Nous croyons très volontiers qu'un peuplement mélangé étageant ses racines en profondeur, utilise parfaitement le sol mis à sa disposition, tout comme un peuplement jardiné répartissant ses branches en hauteur tire complètement parti de l'air et de la lumière qui lui parviennent ; mais on a peine à admettre qu'en sol calcaire superficiel sur lequel sapin et épicéa tracent à qui mieux mieux, les racines de l'un livrent tout naturellement passage aux pivots de jeunes sapins se développant du reste avec une grande lenteur, alors que les racines de l'autre s'y refusent.

En Suisse, également, la théorie de l'alternance compte des détracteurs convaincus ; c'est ainsi que R. C. GUT (8) en 1938 s'élève contre une explication pédologique des difficultés de régénération remarquées dans les pessières d'altitude. Il reporte toute la responsabilité sur la neige et explique par le seul effet de protection mécanique l'installation des résineux sous les feuillus.

Un autre Suisse, NAGEL (9), opérant dans le Jura neuchâtelois, sans croire à l'alternance, s'inquiète de voir se réduire l'importance de l'épicéa dans les régénérations de peuplements mélangés de sapin, épicéa et hêtre. Il a dénombré 850 pieds d'arbres dans une forêt jardinée et observé les semis que l'on rencontrait à leur ombre. Il a constaté que 62 % présentaient une jeunesse différente de l'arbre d'abri et que 7 % restaient sans régénération. Il a observé également qu'on trouvait autant de semis de sapin sous sapin que sous épicéa (il faut noter qu'il s'agissait d'un peuplement jardiné, donc assez riche en jeunes bois (nous verrons plus loin l'importance de cette remarque) ; mais que par contre on trouve six fois plus d'épicéa sous sapin que sous épicéa. Il explique tout par des différences entre les exigences écologiques.

FATIGUE DU SOL PAR L'EPICEA. — Des difficultés pour régénérer une espèce sous elle-même ont été remarquées en premier lieu pour l'épicéa, car elles sautent aux yeux des forestierss les moins avertis. Sans remonter au déluge, signalons cependant qu'en 1861 de BAUDEL et MANGENOT observaient que dans la forêt du Noirmont (Doubs) « dans les cantons peuplés de sapins, on trouve presqu'exclusivement sous ces arbres des peuplements d'épicéas, et réciproquement pour les cantons peuplés en épicéas ».

Au début de ce siècle et outre-Jura PILLICHODY (10) posait également la question de l'alternance ; il accusait l'homme, destructeur systématique des feuillus, d'avoir créé la pessière pure et équienne, incapable de se régénérer. Au concours organisé en 1909 par la Société Forestière Suisse sur la régénération de l'épicéa, deux mémoires étaient primés : celui de PILLICHODY (10 bis) qui soutenait ses idées et celui de MOREILLON qui avait axé son travail sur les méfaits de la neige dont l'accumulation et la persistance seraient grandement responsables de la disparition des semis en altitude.

Ces débats trouvèrent des échos en France : en 1905 A. SCHAEFFER (11) ne croyait pas encore à l'alternance, mais avait déjà observé de nombreux phénomènes de substitution ; il y voyait simplement une tendance naturelle à la reconstitution de peuplements mélangés là où l'homme avait créé des peuplements purs.

Mais en 1911 commentant les travaux suisses, le même auteur (12) qui avait eu, entre temps, l'occasion de compléter ses observations, lance quelques idées assez en avance sur leur époque : il suggère que le terreau d'épicéa peut renfermer des excrétions radicellaires nuisibles au développement des jeunes sujets (nous parlerions aujourd'hui d'action « antiphytotique » ou « phytoxique ») ; il affirme que la couverture morte accumulée sous les épicéas s'oppose à la germination de leurs graines (cf travaux de WINTER) ; il ne conteste pas le rôle néfaste et purement mécanique des airelles et des rhododendrons, non plus que l'effet bénéfique des avalanches qui décapent le sol. Il abonde dans le sens de PILLICHODY, constatant que « c'est en effet dans la futaie régulière à un seul étage et à essence unique que la régénération donne le plus de tablature au forestier... le peuplement naturel renferme toujours au moins deux essences qui se prêtent un mutuel appui et favorisent la régénération de l'un et de l'autre. La disparition de l'une d'elles est généralement imputable à l'homme... Dans les hautes régions des Alpes, le hêtre ne peut plus entrer en ligne de compte comme essence auxiliaire... il semble que par sa seule présence le sapin fasse naître l'épicéa. »

En 1932, Aug. BARBEY (13), l'entomologiste et expert suisse bien connu, rend compte d'un voyage qu'il a effectué sur le versant polonais des Carpates ; il a visité des régions à peu près inaccessibles couvertes de forêts vierges d'épicéa sensiblement pur. Il a constaté qu'à la suite de cyclones les surfaces déboisées se couvraient, non pas de semis d'épicéa, mais d'une végétation herbacée, puis d'espèces ligneuses (bouleau, sycomore, sorbier). Ce n'est qu'au bout d'une trentaine d'années que les graines d'épicéa pouvaient se réinstaller et au bout de 60 à 80 ans que le résineux parvenait à éliminer les feuillus.

On voit ainsi :

1°) que la pessière pure se rencontre parfois dans des massifs vierges à la suite sans doute de cataclysmes naturels comme il s'en produit de temps en temps ;

2°) que la régénération en est aussi difficile que dans la forêt domestiquée, et cela sans l'intervention de l'homme à un stade quelconque de son évolution.

Il s'agit incontestablement d'une manifestation exceptionnellement claire du phénomène d'alternance.

Un Autrichien, FROEHLICH (14), résume en 1947 les enseignements de la forêt vierge qu'il a connue dans les Alpes, dans les Carpates et dans le Karst.

Dans les Alpes à 650 mètres d'altitude, la forêt naturelle renferme 70 à 80 % du volume sous forme de sapin et de hêtre, l'épicéa et les feuillus (érable, frêne, orme) participant pour 20 à 30 %. « Dans la forêt mixte, dit-il, on constate que la distribution locale des essences est soumise à des changements perpétuels, en ce sens que le rajeunissement d'une espèce s'opère de préférence sous le couvert d'une autre essence ». L'auteur continue en affirmant sans craindre de heurter l'opinion commune, que les arbres les plus âgés produisent le plus de bonne semence : des recherches effectuées à la sécherie de Pribinic (Bosnie) ont montré que le pouvoir germinatif de graines

issues de pins de 300 à 400 ans s'élevait à 94-96 %. Il dit aussi que « dans les peuplements purs d'épicéa de l'étage sub-alpin, des dizaines d'années s'écoulent souvent jusqu'au repeuplement des vides ».

En France il faut arriver à 1937 pour voir A. BOURGEOIS (15) utiliser l'alternance sapin-épicéa ; constatant l'aisance avec laquelle des sapins de qualité très médiocre s'installent sous de très beaux épicéas et quels résultats économiques déplorables donne une pareille sylviculture de facilité, observant que cette régénération de sapin une fois grandie et éclaircie se garnissait par-dessous d'un beau semis d'épicéa provenant des quelques étalons subsistants, il eut l'idée de sauver cette nouvelle génération très prometteuse en sacrifiant un médiocre perchis de sapin qu'il éliminait comme une culture dérobée de bois de papier.

Cet artifice est maintenant employé dans tout le Haut-Doubs, à la condition toutefois que l'altitude soit suffisante ; en effet l'installation de l'épicéa sous le sapin ne se produit guère en-dessous de 800 mètres.

En 1946, ROUSSEL (16), à l'occasion du Congrès de la Société Forestière de Franche-Comté à Pontarlier, dit et écrit : « Le sol, sous les peuplements *âgés* d'épicéa, semble défavorable à l'installation des plants de cette espèce. Par contre on a constaté de très belles places de semis sous les jeunes plantations, semis qui dépérissent du reste faute de lumière. La non-réceptivité des premiers ne serait-elle pas due à l'épuisement ou à l'empoisonnement du sol par des germinations successives de jeunes plants de l'espèce qui n'ont pu se développer ? »

La même observation a été faite par nous-mêmes dans des plantations d'une cinquantaine d'années à plus basse altitude.

Partant sur cette idée d'intoxication du sol par les racines, ROUSSEL a semé de l'épicéa dans des caisses de végétation remplies de *terre* prélevée au contact des racines d'épicéas adultes : il n'a constaté aucune inhibition de la germination. Nous verrons plus loin ce que l'on peut penser de cette expérience.

En 1947, LACHAUSSÉE (17) reprenait en détail la question de la régénération de l'épicéa ; il constatait lui aussi l'impossibilité d'obtenir des semis de cette essence sous elle-même, la nécessité d'avoir une essence intermédiaire (sapin ou feuillu) et observait des difficultés particulières de régénération dans les massifs d'où la rudesse du climat exclut le hêtre et les principaux feuillus.

FATIGUE DU SOL PAR LE SAPIN. — Mais l'épicéa n'est pas le seul à provoquer une « fatigue du sol » qui l'a porté. Il est constant d'observer l'incroyable densité du semis de sapin sous un peuplement feuillu touchant une sapinière ou renfermant quelques porte-graines de cette essence : il suffit qu'il y en ait un nombre suffisant pour assurer la fécondation croisée. On explique généralement cette extraordinaire fécondité en disant que « le sapin profite de l'humus accumulé par le hêtre » ce qui ne veut pas dire grand'chose. Cette opinion serait même plutôt absurde lorsqu'on songe que la feuille de hêtre est considérée comme dangereuse pour le semis de sapin par étouffement des plantules sous une couche qui se décompose lentement, par développement de la fonte, etc... Le semis de sapin est du reste encore plus beau sous le charme dont on sait que les feuilles tombées s'évaporent littéralement au premier printemps. On observe également qu le sapin se régénère très bien sous lui-même lorsque le peuplement-mère est encore jeune (60 ans par exemple).

Mais il en va tout autrement dès que l'on a affaire à des peuplements âgés ou surâgés. Nous aurons en vue dans ce qui suit, spécialement les sapinières de la partie moyenne du Jura, sur sol calcaire et à altitude variant entre 700 et 800 mètres ; les feuillus y ont été pourchassés de 1885 à 1930 avec un acharnement tel qu'ils avaient pratiquement disparu (moins de 1 % dans la plupart des massifs). Les coupes de régénération n'y ont donné que des mécomptes, sauf dans les parcelles mélangées d'épicéa. On a accusé successivement l'âge et la faiblesse des porte-graines, la brutalité des coupes, un Ph nuisible, l'encombrement de la surface du sol. Aucune de ces imputations n'échappait à la critique : les vieux sapins avaient assez de graines fertiles pour ensemencer les plantations d'épicéa voisines, les pistes de traînage et les places à feu.

Les coupes d'ensemencement même très légères (moins de 10 %) ne donnaient aucun résultat ; en même temps les trouées de chablis, assez vastes, ouvertes au milieu d'un peuplement à couvert complet, ne présentaient de semis, ni au milieu, ni sur les bords ; si la lumière eût été en cause, on aurait dû trouver au moins un anneau de sapineaux à une distance quelconque du centre de la trouée.

Les plantes recensées dans les quartiers de régénération indiquent toutes un humus doux et, comble d'ironie, le semis ne se manifeste que dans les rares endroits à humus acide. C'est là que la végétation adventice est la moins dense : on n'y rencontre ni épilobe, ni séneçon de Fuchs, ni fougère.

Une explication paraissait raisonnable : dans une parcelle composée de gros bois, il est impossible de doser la lumière, de quitter l'état trop sombre sans passer à l'état trop clair amenant un développement excessif et rapide de la flore des grandes herbes. Une fois le sol sâli, la partie est perdue. Et pourtant il semblait que le semis de sapin ait eu dans la plupart des cas le temps de devancer la végétation adventice : l'explication n'était donc que très partiellement satisfaisante et tout se passait comme si réellement le sol eût été empoisonné sous les vieux peuplements. Le forestier contemplant tristement ses régénérations manquées qu'il fallait reprendre artificiellement, ne pouvait s'empêcher de jeter des regards interrogateurs sur les semis en brosse installés dans les taillis voisins, en pensant qu'un sort avait été jeté sur les vieilles sapinières.

AUTRES ESSENCES. — Nous n'ignorons pas les dificultés que présente également la régénération des pins, du mélèze ; mais le besoin de lumière qui caractérise ces essences, la présence d'un épais feutrage de graminées sous les peuplements à régénérer sont des explications suffisantes aux échecs constatés. Cela ne veut pas dire qu'il n'existe pas en plus des substances nuisibles aux plantules et encore inconnues.

La rareté du semis de hêtre sous certaines vieilles hêtraies, attribuée longtemps à la stérilité des porte-graines, mériterait une étude approfondie.

D'autres exemples de difficile régénération d'une essence sous elle-même pourraient certainement être relevés par le lecteur.

L'existence de substances toxiques sécrétées par la litière ou par les radicelles, ou au moins un déficit important en substances indispensables sont postulés par les faits, tout comme la découverte d'un astre nouveau est annoncée par les anomalies constatées dans le comportement des planètes voisines.

L'alternance ne repose sur aucune base scientifique, disait-on encore récemment ; cette affirmation, peut-être vraie naguère, ne l'est plus aujourd'hui.

(*à suivre*)

⁂

BIBLIOGRAPHIE

1. CHIARUGGI A. (1936). — Ricerche sulla vegetatione dell' Etruria marittima. I. Cicli forestali postglaciali nell' Appenino Etrusco attraverso l'analisi pollinica di torbe e depositi lacustri presso l'Alpe delle tre potenze e M. Rondinaio. *Nuovo giornale botanico italiano,* N. S. **43**, pp. 1-61, 1 tabl., 12 fig.

2. FIRTION F. (1950). — Contribution à l'étude paléontologique, stratigraphique et physico-chimique des tourbières du Jura français. Th. Sci. Strasbourg 95 p., 1 car., 32 fig., 4 pl.

3. GIACCOBBE A. (1926). — Sull' alternanza e sulla distributione delle formazione arbore in Carnia. *Archivio Botanico.* **2**, fasc. 4, p. 246-258.

4. FRANÇOIS T. (1942). — A propos d'un phénomène d'alternance. *Bull. Soc. For. de Fr.-Comté et des Prov. de l'Est,* **24**, 14, p. 853-860.

5. HARLE et FRANÇOIS T. (1932). — La question de l'assolement en matière forestière. *Bull. de la Soc. des Amis et Anc. El. de l'Ec. Nat. des E. et F.,* 17, pp. 3-61.

6. BUNZO-HAYATA (1931). — La succession des espèces dans la végétation du Mont-Fuzi. (C.R. par R. HICKEL, *in Bull. de la Soc. dendrol. de France.* Nov. 1931).

7. JACKS G. V. (1929). — Forest soil Science in Sweden. *Forestry* n° 2, déc. (C. R. *in Rev. des Eaux et Forêts,* avril 1930).

8. GUT R. Ch. (1939). — Le rajeunissement sous tutelle. *Jour. For. Suisse.* **90**, 8/9, pp. 165-174.

9. NAGEL J. L. (1950). — Changement d'essences. *Ibid.* **101**, 2/3, pp. 95-104.

10. PILLICHODY (1905). — *Ibid.* Juillet 1905.

10 bis. PILLICHODY et MOREILLON (1910). — Du rajeunissement de l'épicéa dans les forêts des régions élevées. (Berne).

11. SCHAEFFER A. (1905). — De l'alternance des essences. *Rev. des Eaux et Forêts.* Nov. 1905.

12. SCHAEFFER A. (1911). — Régénération de l'épicéa dans les forêts des hautes régions. *Bull. Soc. For. de Fr.-Comté.* **11**, 4, pp. 292-300.

13. BARBEY A. (1932). — La pessière d'épicéa de montagne et sa formation naturelle. *Jour. For. Suisse.* **83**, 11, pp. 248-252.

14. FROEHLICH J. (1947). — Les enseignements de la forêt vierge. *Ibid.* **98**, 8/9, pp. 318-323 (adapté par R. KARSCHON).

15. BOURGEOIS A. (1942). — Sylviculture. Production des épicéas de qualité. *Bull. Soc. For. de Fr.-Comté et des Prov. de l'Est.* **23**, 12, pp. 720-734.

16. ROUSSEL L. (1946). — La régénération de l'épicéa dans le Haut-Doubs. *Ibid.* **24**, 16, pp. 537-539.

17. LACHAUSSÉE E. (1947). — La régénération de l'épicéa en haute montagne. *Rev. des Eaux et Forêts,* mai 1947, pp. 281-302.